

$$Aw = \sum_i^N P_i \times \mu_i \quad \text{משקל אטומי (Aw):}$$

P_i - שכיחות איזוטופ i ; μ_i - משקל איזוטופ i ; N - מספר האיזוטופים של היסוד הנבדק.

יחידות מסה אטומיות – (amu): $1/12$ מהמשקל של אטום פחמן $^{12}_6C$. $1amu = 1.661 \cdot 10^{-27} Kg$

מספר אבוגדרו: N_A : מספר אטומי הפחמן $^{12}_6C$ ב-12 גרם חומר: $N_A = 6.022 \times 10^{23} atoms/mol$

מול (n[mol]): כמות החומר המכילה מספר אבוגדרו של חלקיקים.

$$n[mol] = \frac{N}{N_A [atoms/mol]} = \frac{m[g]}{Aw[g/mol]}$$

N - מספר החלקיקים (אטומים או מולקולות) בדוגמה הנבדקת,

N_A - מספר אבוגדרו, m - מסת הדוגמה, Aw - מסה אטומית של האטומים המרכיבים את הדוגמה.

ריכוזים:

ריכוז מולרי (C): $C [M] = \frac{n [mol]}{V [L]}$ כאשר: n - מספר המולים, V - נפח התמיסה בליטרים.

אחוז משקלי: $w/w = \frac{m_i}{m_{tot}} \times 100$ כאשר: m_i - מסת החומר, m_{tot} - מסה כללית של התמיסה או התערובת.

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \quad \text{מיהול:}$$

C_1, C_2 - הריכוזים של המומס לפני ואחרי המיהול, V_1, V_2 - הנפחים, לפני ואחרי המיהול.

$$\rho \left[\frac{g}{ml} \right] = \frac{m [g]}{V [ml]} \quad \text{צפיפות:}$$

כאשר: ρ - צפיפות, m - מסה, V - נפח.

$$P[atm] \times V[L] = n[mol] \times R \left[\frac{L \times atm}{K \times mol} \right] \times T[K] \quad \text{משוואת הגז האידיאל:}$$

P - לחץ, V - נפח, T - טמפרטורה, n - מספר מולים, R - קבוע הגזים.

$$P = \frac{\rho}{Mw} RT \quad \text{ו-} \quad PV = \frac{m}{Mw} RT \quad \text{צורות נוספות למשוואת הגזים:}$$

$m[g]$ - משקל החומר, $Mw[g/mol]$ - מסה מולקולרית, $\rho[g/L]$ - צפיפות.

$$T = 273K, \quad P = 1atm \quad \text{S.T.P: תנאי תקן}$$

$$P_{total} = \sum_{i=1}^n P_i \quad \text{חוק הלחצים החלקיים של דלתון:}$$

N - מספר הגזים בכלי. P_i - הלחץ החלקי של גז i . P_{total} - הלחץ הכללי בכלי.

$$\frac{P_i}{P_{total}} = \frac{n_i}{n_{total}} = \chi_i \quad \text{שבר לחצים = שבר מולים:}$$

χ_i - שבר המולים של גז i . P_i - הלחץ החלקי של גז i . n_i - מספר המולים של גז i .

P_{total} - הלחץ הכללי בכלי. n_{total} - מספר המולים הכללי בכלי.

$$\left(P + \frac{a \cdot n^2}{V^2}\right) \times (V - nb) = nRT \quad \text{משוואת ואן-דר-ולס:}$$

P - לחץ, V - נפח, T - טמפרטורה, n - מספר מולים, R - קבוע הגזים,

$$a \left[\frac{L^2 \times atm}{mol^2} \right] - \text{תיקון לאינטרקציות בין חלקיקי הגז.}$$

$$b \left[\frac{L}{mol} \right] - \text{הנפח העצמי של מול חלקיקי גז (נקרא גם הנפח האסור).}$$

התורה הקינטית של הגזים: לשני גזים באותם תנאי לחץ וטמפרטורה אנרגיה קינטית שווה: $\bar{E}_{k_1} = \bar{E}_{k_2}$

$$\frac{1}{2} m_1 U_{RMS_1}^2 = \frac{1}{2} m_2 U_{RMS_2}^2$$

$$U_{RMS} \left[\frac{m}{sec} \right] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N U_i^2}{N}} - \text{שורש של ממוצע ריבועי המהירויות (מהירות ממוצעת), } m - \text{מסה.}$$

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} RT = \frac{1}{2} M_w U_{RMS}^2 \quad \text{אנרגיה קינטית ממוצעת מולרית של גז אידיאלי:}$$

E_k - אנרגיה קינטית, R - קבוע הגזים, T - טמפרטורה, M_w - מסה מולקולרית, U_{RMS} - מהירות ממוצעת.

למציאת האנרגיה הקינטית עבור מולקולה בודדת יש להחליף את R (-קבוע הגזים) ב- K_B - קבוע בולצמן:

$$K_B \left[\frac{J}{K \times molecule} \right] = \frac{R}{N_A} = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K \times molecule}$$

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{3RT}{M_w}} = \sqrt{\frac{3K_B T}{m}} \quad \text{מהירות ממוצעת:}$$

U_{RMS} - מהירות ממוצעת R - קבוע הגזים, K_B - קבוע בולצמן, T - טמפרטורה.

M_w - מסה מולקולרית. m - מסה של מולקולה אחת.

$$\frac{U_{RMS}(1)}{U_{RMS}(2)} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{M_{w_2}}{M_{w_1}}} \quad \text{חוק גרהם: בטמפרטורה ובלחץ קבועים:}$$

V - מהירות האפוזיה, M_w - משקל מולקולרי, ρ - צפיפות.

$$\Delta E = q + w \quad \text{החוק הראשון של התרמודינמיקה:}$$

Δ - השינוי, הערך הסופי פחות הערך ההתחלתי. E - אנרגיה פנימית האגורה בחומר (פונקצית מצב).

q - חום. w - עבודה, כוח שמופעל לאורך דרך.

עבודת לחץ-נפח: התפשטות בלחץ קבוע: $w = -P \times \Delta V$ P - לחץ, V - נפח; $\Delta V = V_2 - V_1$

בנפח קבוע $\Delta E = q_v$ כאשר q_v = כמות החום בנפח קבוע.

$$H = E + P \times V \quad \text{אנטלפיה - H}$$

בלחץ קבוע $\Delta H = \Delta E + P \cdot \Delta V = q_p$ כאשר q_p - כמות החום בלחץ קבוע.

$$\Delta H_{total} = \sum \Delta H_i - \text{חוק הס} \quad \Delta H_{total} \text{ השינוי באנטלפיה של תגובה מסוימת.}$$

ΔH_i - השינוי באנטלפיה של השלבים השונים המרכיבים את התגובה.

$$q = C_p \times m \times (\Delta T) \quad \text{קיבול החום:}$$

m - מסת החומר, $\Delta T = T_f - T_i$ - הפרש טמפ', C_p - קיבול חום - כמות החום הדרושה כדי להעלות את הטמפ' של 1 g חומר ב- 1°C בלחץ קבוע. באופן דומה ניתן להשתמש גם ב- C_v - עבור נפח קבוע.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad \text{קרינה אלקטרומגנטית:} \quad \lambda - \text{אורך הגל, } C - \text{מהירות האור, } \nu - \text{תדירות הקרינה.}$$

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} \quad h - \text{קבוע פלאנק, } E - \text{אנרגיית הקרינה.}$$

מודל בוהר:

$$r_n = \frac{n^2}{Z} a_0 \quad \text{רדיוס הרמה ה-} n \text{ (} r_n \text{)}$$

Z - מס' הפרוטונים בגרעין האטום, n - רמה קוונטית בה נמצא האלקטרון, a_0 - רדיוס המסלול הראשון באטום המימן: $a_0 = \frac{h^2}{4\pi k m_e q_e^2} = 0.05292 \text{ nm} \cong 0.53 \text{ \AA}$

h - קבוע פלאנק, k - קבוע קולון, m_e - מסת אלקטרון ו- q_e - מטען אלקטרון.

$$E_n = -R_H \frac{Z^2}{n^2} \quad \text{אנרגיית הרמה ה-} n \text{ (} E_n \text{)} \quad R_H - \text{קבוע רידברג.}$$

הפרש אנרגיה בין שתי רמות - משוואת רידברג

$$\Delta E = h\nu = E_f - E_i = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right) \quad i = \text{initial}; f = \text{final}$$

$$\nu = \frac{|\Delta E|}{h} = \frac{R_H}{h} Z^2 \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right) \quad \text{תדירות הפוטון המעורב במעבר האלקטרון:}$$

$$E_i = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = R_H Z^2 \frac{1}{n_i^2} \quad \text{אנרגיית יוניזציה-}$$

$$V_n = \frac{nh}{2\pi m_e r} \quad \text{מהירות אלקטרון במסלול } n:$$

$$L = mvr = \frac{nh}{2\pi} \quad \text{התנע הזוויתי: } \nu - \text{מהירות זוויתית, } m - \text{מסת הגוף, } r - \text{רדיוס המסלול ה-} n.$$

$$E = E_0 + E_k \quad \text{האפקט הפוטואלקטרי:}$$

כאשר: E - אנרגיית הפוטון. E_0 - פונקציית עבודה, אנרגיית הסף הדרושה לשחרור אלקטרון,

E_k - האנרגיה הקינטית של הפוטואלקטרונים.

אורך גל דה-ברולי: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ P - תנע, m - מסת הגוף, V - המהירות בה הגוף נע, h - קבוע פלנק.
חלקיק בתיבה חד ממדית:

$$E_n = \frac{h^2 n^2}{8mL^2} \quad n=1,2,3$$

ערכי האנרגיה של החלקיק:

כאשר m - מסת החלקיק, L - אורך התיבה, h - קבוע פלאנק.
הפרש האנרגיות בין שתי רמות:

$$\Delta E = E_f - E_i = \frac{h^2}{8mL^2} (n_f^2 - n_i^2)$$

הקשר הכימי:

$$U = \frac{kq_1 q_2}{r}$$

פוטנציאל אלקטרוסטטי בין מטענים מנוגדים (משיכה):

$$U = \frac{kq_1 q_2}{r} = \frac{14.4 [eV \cdot \text{\AA}] \times q_c \times q_a}{r_c [\text{\AA}] + r_a [\text{\AA}]}$$

ביחידות eV:

q_c, q_a - מספר המטענים השליליים של האניון/ החיוביים של הקטיון, בהתאמה.

$r_c [\text{\AA}]$ - רדיוס יוני של הקטיון, $r_a [\text{\AA}]$ - רדיוס יוני של האניון.

$$\mu = \delta \times d$$

מומנט דיפול:

μ - מומנט דיפול, δ - עודף מטען של אטום אחד ביחס לשני, d - המרחק בין שני האטומים.

$$1D = 10^{-18} \text{esu} \cdot \text{cm} = 10^{-10} \text{esu} \cdot \text{\AA} = 3.34 \cdot 10^{-30} \text{C} \cdot \text{m}$$

$$\% \text{ קשר יוני} = \frac{\delta}{q_e} \times 100 = \frac{\mu_m}{q_e \times d} \times 100$$

אחוז אופי יוני:

μ_m - מומנט דיפול מדוד. q_e - מטען אלקטרון

$$\% \text{ קשר יוני} = \frac{\mu_m [\text{esu} \cdot \text{cm}]}{4.8 \cdot 10^{-10} [\text{esu}] \times d [\text{cm}]} \times 100$$

ביחידות esu:

$$\% \text{ קשר יוני} = \frac{\mu_m [D]}{4.8 \left[\frac{D}{\text{\AA}} \right] \times d [\text{\AA}]} \times 100$$

או ביחידות של Debye:

$$\ln p = -\frac{\Delta H_v}{RT} + C$$

משוואת קלאוזיוס-קלפירון:

p - לחץ האדים, ΔH_v - חום האידוי, R - קבוע הגזים, T - טמפר', C - קבוע האופייני לכל חומר.

עבור 2 נקודות של T ו- P :

$$\ln \frac{p_1}{p_2} = \frac{\Delta H_s}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad \text{או} \quad \ln \frac{p_1}{p_2} = \frac{\Delta H_v}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

כאשר: ΔH_s - חום ההמראה.



$K_c = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$ - קבוע ש"מ ע"פ ריכוזים, $[A]$ - ריכוז מגיב A, a - המקדם הסטוכיומטרי של מגיב A.

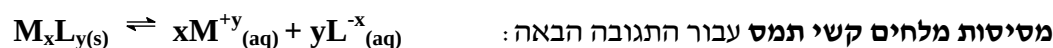
$K_p = \frac{P_c^c \times P_d^d}{P_A^a \times P_B^b}$ - קבוע ש"מ ע"פ לחצים, P_A - הלחץ החלקי של מגיב A, a - המקדם הסטוכיומטרי של מגיב A.

$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$ $K_c = K_p (RT)^{-\Delta n}$ $\Delta n = (c + d) - (a + b)$

$Q = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$ **משוואת מנת הריכוזים Q:**

$Q = K_c$ המערכת נמצאת בש"מ,

$Q < K_c$ המערכת תוסט לכיוון התוצרים, $Q > K_c$ המערכת תוסט לכיוון המגיבים.



$K_{sp} = [M^{+y}]^x \times [L^{-x}]^y$ **מכפלת המסיסות:**

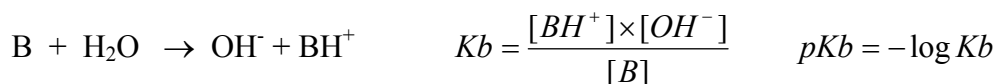
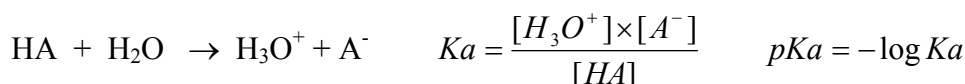
K_{sp} - קבוע מכפלת המסיסות, $[M^{+y}]^x$ - ריכוז של יון M^{+y} , x - מקדם סטוכיומטרי של יון M^{+y} .

חומצות ובסיסים:

קבוע הפירוק העצמי של המים (K_w): $K_w(25^\circ C) = [H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$

pH: $pH = -\log[H^+]$ $pOH = -\log[OH^-]$ $pOH + pH = 14$

קבוע ש"מ עבור חומצות או בסיסים חלשים:



K_a - קבוע הפירוק של חומצה חלשה, K_b - קבוע הפירוק של בסיס חלש.

A^- הוא הבסיס המצומד של החומצה HA. ו- BH^+ החומצה המצומדת של הבסיס B.

עבור בסיס וחומצה מצומדים: $K_a = \frac{K_w}{K_b}$

K_a - קבוע הפירוק של החומצה, K_b - קבוע הפירוק של הבסיס ו- K_w - קבוע הפירוק של המים.

בופרים – משוואת הנדרסון הסלבלך:

$pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$

כאשר: pH - ערך ה- pH של הבופר, $[A^-]$ - ריכוז המלח, $[HA]$ - ריכוז החומצה.

ובאופן דומה: $pOH = pKb + \log \frac{[BH^+]}{[B]}$

מעברי יחידות וקבועים פיסיקליים :

$$P \Rightarrow 1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} = 1.013 \text{ bar} = 101325 \text{ Pa}$$

$$V \Rightarrow 1 \text{ L} = 1000 \text{ ml} = 1000 \text{ cm}^3 \quad T \Rightarrow 273 \text{ K} = 0^\circ \text{ C} \quad T[\text{K}] = 273 + T[^\circ \text{ C}]$$

C.G.S	M.K.S	סימן	הקבוע
$3 \cdot 10^{10} \text{ cm/sec}$	$3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$	C	מהירות האור
$4.8 \cdot 10^{-10} \text{ esu}$	$1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	q_e	מטען אלקטרון
$9.1 \cdot 10^{-28} \text{ g}$	$9.1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$	m_e	מסת אלקטרון
$1.66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$	$1.66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$	m_n/m_p	מסת פרוטון/ניטרון
$6.63 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sec}$	$6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$	h	קבוע פלאנק
$2.18 \cdot 10^{-11} \text{ erg}$	$2.18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$	R_H	קבוע רידברג
$1 \text{ dyn} \cdot \text{cm}^2 / \text{esu}^2$	$8.98 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$	k	קבוע קולון - קבוע אלקטרוסטטי

קבוע הגזים:

$$R = 0.082 \frac{\text{liter} \times \text{atm}}{\text{mole} \times \text{K}} = 82.1 \frac{\text{cm}^3 \times \text{atm}}{\text{mole} \times \text{K}} = 8.31 \cdot 10^7 \frac{\text{erg}}{\text{mole} \times \text{K}} = 1.98 \frac{\text{cal}}{\text{mole} \times \text{K}} = 8.3145 \frac{\text{joul}}{\text{mole} \times \text{K}} = 62.33 \frac{\text{lit} \times \text{mmHg}}{\text{mole} \times \text{K}}$$

$$R_H = 2.18 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 2.18 \cdot 10^{-11} \text{ erg} = 109678 \frac{1}{\text{cm}} = 3.29 \cdot 10^{-15} \frac{1}{\text{sec}} = 13.6 \text{ ev} \quad \text{קבוע רידברג:}$$

	J	erg	cal	eV	L·atm
1 J =	1	10^7	0.239	$6.24 \cdot 10^{18}$	$9.87 \cdot 10^{-3}$
1 erg =	10^{-7}	1	$2.39 \cdot 10^{-8}$	$6.24 \cdot 10^{11}$	$9.87 \cdot 10^{-10}$
1 cal	4.184	$4.184 \cdot 10^7$	1	$2.61 \cdot 10^{19}$	0.041
1 eV =	$1.6 \cdot 10^{-19}$	$1.6 \cdot 10^{-12}$	$3.83 \cdot 10^{-20}$	1	$1.58 \cdot 10^{-21}$
1 L·atm	101.3	$1.013 \cdot 10^9$	24.21	$6.32 \cdot 10^{20}$	1

$$1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm} = 10^{-10} \text{ m} = 10 \text{ nm}$$

$$1 \text{ C} = 3 \cdot 10^9 \text{ esu}$$